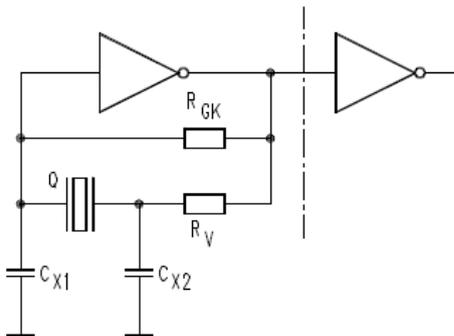


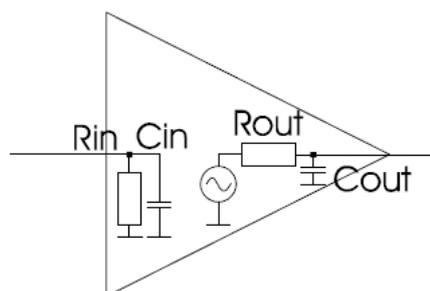
## Application Note für Quarzschaltungen

### Prinzipieller Aufbau einer Pierce-Oszillatorschaltung



Im Inneren des IC befindet sich als Teil der Oszillatorschaltung ein invertierender Verstärker (Phasenverschiebung ca. 180°). Die äußere Beschaltung, bestehend aus Quarz, Cx1, Cx2 und R<sub>v</sub> erzeugt eine weitere Phasenverschiebung von ca. 180°, sodass die Rückkopplungsbedingung von 360° (bzw. 0°) erfüllt ist und der Oszillator mit der Quarzfrequenz schwingt.

### Eigenschaften des IC:

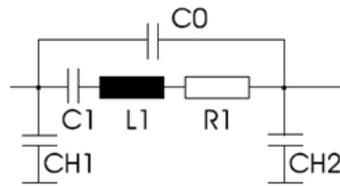


R<sub>out</sub>, C<sub>out</sub>: Ausgangswiderstand/ Ausgangskapazität des Oszillatorteils

R<sub>in</sub>, C<sub>in</sub>: Eingangswiderstand/-kapazität des Oszillatorteils (Anhaltswerte für CMOS: 1 M / 3 pF)

Diese Werte sollten im Datenblatt des IC-Herstellers zu finden sein, werden aber, obwohl für die Dimensionierung wichtig, in den seltensten Fällen angegeben. R<sub>out</sub> kann durch Messung des Spannungsabfalls an einem Lastwiderstand bestimmt werden.

## Eigenschaften des Quarzes:

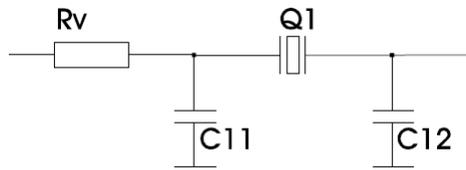


(erweitertes Ersatzschaltbild)

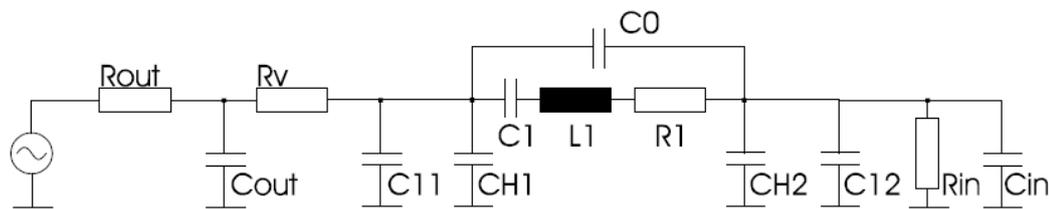
$f_L$	nominelle Frequenz des Quarzes (Quarzfrequenz)
$R_1$	Seriensatzwiderstand des Quarzes, auch ESR genannt (meist nur als Max-Wert angegeben)
$C_0$	statische Kapazität des Quarzes (meist nur als Max-Wert angegeben)
$C_1$	dynamische Kapazität des Quarzes (selten angegeben)
$C_{H1}, C_{H2}$	Kapazitäten der Anschlüsse (ca. 0,8 pF), kann meist vernachlässigt werden, da in $C_0$ enthalten)
$C_L$	nominelle Lastkapazität des Quarzes
$L_1$	dynamische Induktivität des Quarzes (selten angegeben)

Diese Werte sind im Datenblatt des Quarz-Herstellers zu finden. Genauere Ergebnisse werden durch Ausmessen eines Loses am Quarzmessplatz erzielt.

## Quarzbeschaltung:



(einfaches Ersatzschaltbild)



(komplettes Ersatzschaltbild)

- $C_a$  wirksame Kapazität am Eingang des ICs als Summe aus Streukapazität\* der Leiterplatte (4~6 pF), Gehäusekapazität des Quarzes  $C_{H2}$  (~0,8 pF),  $C_{in}$  und bestücktem Bauteil  $C_{12}$ .  
Erster Anhaltswert:  $1,1...1,2 \times C_L$
- $C_b$  wirksame Kapazität am Ausgang des ICs als Summe aus Streukapazität\* der Leiterplatte (4~6 pF), Gehäusekapazität des Quarzes  $C_{H1}$  (~0,8 pF) und bestücktem Bauteil  $C_{11}$ .  
Erster Anhaltswert:  $2 \times C_a$
- $R_v$  Vorwiderstand (sollte immer im Layout vorgesehen werden, auch wenn später mit 0 Ohm bestückt).  
Der in der Schaltung wirksame Vorwiderstand ist die Summe aus  $R_v$  und  $R_{out}$ .
- \* Die Streukapazität kann z.B. an einer unbestückten Leiterplatte gemessen werden.

## Simulation:

Die Firma GEYER Electronic stellt mit der Y-QUARTZ App ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem u.a. das Verhalten eines Pierce-Quarzoszillators simuliert und optimiert werden kann. Durch Eingabe obiger Werte können Übertragungsmaß und Phase des Rückkopplungsnetzwerkes, bestehend aus dem Quarz und seiner Beschaltung, grafisch dargestellt und variiert werden, sodass der Oszillator sicher schwingt, ohne dass die zulässige Quarzbelastung überschritten wird.

### **Implementierung/Layout:**

Dem Layout ist besonderes Augenmerk zu widmen: Kurze, kapazitätsarme Leitungen, symmetrische Auslegung, Durchkontaktierungen vermeiden. Wenn Durchkontaktierung unvermeidlich, dann symmetrisch ausführen.

### **Messung:**

Das Verhalten des Quarzoszillators muß an einem Prototyp der Baugruppe verifiziert werden, da die parasitären Kapazitäten und Widerstände vorher meist nicht bekannt sind und die Kondensator- und Widerstandswerte angepasst werden müssen. Die Messung muss mit einem speziellen aktiven niederkapazitiven ( $\leq 2$  pF) Tastkopf erfolgen, da die üblichen Tastköpfe mit Kapazitäten von  $>10$  pF die Verhältnisse völlig verfälschen und Messungen sinnlos machen.

Steht ein solcher Tastkopf nicht zur Verfügung, so kann hilfsweise ein keramischer bedrahteter Kondensator von 1..2 pF einem normalen Tastkopf vorgeschaltet werden und die Messungen damit durchgeführt werden. Allerdings ist dann eine Neukalibrierung des Spannungsteilerverhältnisses nötig.